

JP11238211

**MAGNETORESISTANCE EFFECT SENSOR AND MAGNETIC HEAD WITH THE SENSOR**  
TDK CORP

Inventor(s): IWAI YUZURU YAMANAKA NOBORU ; SAKAI MASANORI

Application No. 10052670, Filed 19980219, Published 19990831

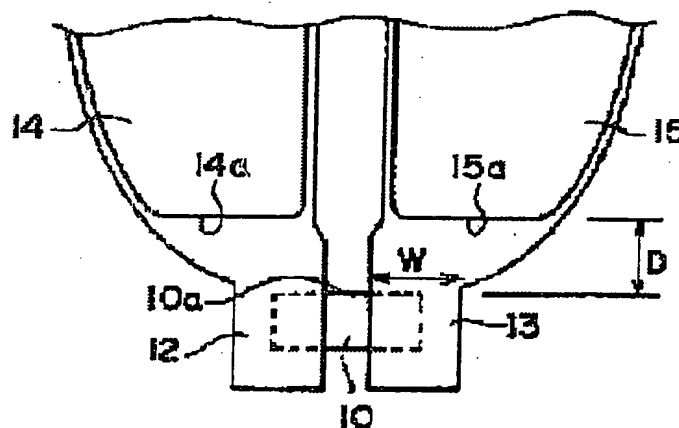
**Abstract:** PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an MR (magnetoresistance effect) sensor and a magnetic head with the MR sensor capable of remarkably reducing the electrical resistance of a lead conductor between connection pads.

**SOLUTION:** In the MR sensor provided with an MR layer 10 extended along ABS (floating surface), first lead conductor layers 12, 13 connected to both end parts of the layer 10 and second lead conductor layers 14, 15 laminated with tight adhesion with these first lead conductor layers, the layers 14 and 15 are terminated on the side of an opposite surface compared with the side edge positions on sides opposite to ABS of the layer 10 and a distance D between these terminating positions 14a, 15a and the side edge positions is shorter than  $10 \mu\text{m}$ .

Int'l Class: G11B00539;

MicroPatent Reference Number: 000238148

COPYRIGHT: (C) 1999JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-238211

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月31日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>

識別記号

F I

G 1 1 B 5/39

G 1 1 B 5/39

審査請求 未請求 請求項の数 9 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平10-52670  
(22) 出願日 平成10年(1998) 2月19日

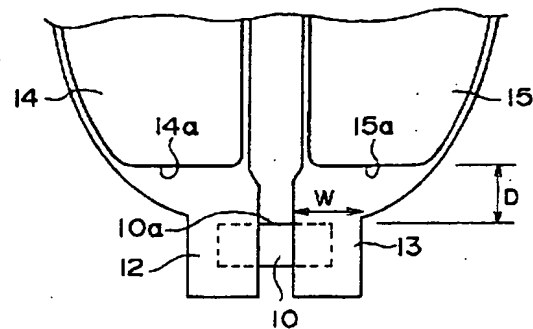
(71) 出願人 000003067  
ティーディーケイ株式会社  
東京都中央区日本橋一丁目13番1号  
(72) 発明者 岩井 謙  
東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー  
ディーケイ株式会社内  
(72) 発明者 山中 昇  
東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー  
ディーケイ株式会社内  
(72) 発明者 酒井 正則  
東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー  
ディーケイ株式会社内  
(74) 代理人 弁理士 山本 恵一

(54) 【発明の名称】 磁気抵抗効果センサ及び該センサを備えた磁気ヘッド

(57) 【要約】

【課題】 接続パッド間におけるリード導体の電氣的抵抗を大幅に低減することができるMRセンサ及びこのMRセンサを備えた磁気ヘッドを提供する。

【解決手段】 ABSに沿って伸長するMR層と、MR層の両端部に接続された第1のリード導体層と、これら第1のリード導体層に密着して積層された第2のリード導体層とを備えたMRセンサであって、第2のリード導体層は、MR層のABSと反対側の側縁位置よりも反対面側で終端しており、この終端位置とMR層の上述の側縁位置との距離Dが $10\mu\text{m}$ 未満であるMRセンサ及びこのMRセンサを備えている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁気抵抗効果層と、該磁気抵抗効果層の両端部に接続された第1のリード導体層と、該第1のリード導体層に密着して積層された第2のリード導体層とを備えた磁気抵抗効果センサであって、前記第2のリード導体層は、前記磁気抵抗効果層の前記浮上面と反対側の側縁位置よりも反対側で終端しており、該終端位置と前記磁気抵抗効果層の前記側縁位置との距離Dが、 $10\mu\text{m}$ 未満であることを特徴とする磁気抵抗効果センサ。

【請求項2】 前記距離Dが、 $1\sim6\mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項1に記載のセンサ。

【請求項3】 前記磁気抵抗効果層の他方の側縁及び前記第1のリード導体層の先端が、保護膜を介して前記浮上面に現れていることを特徴とする請求項1又は2に記載のセンサ。

【請求項4】 前記第1のリード導体層が、W、Ta及びAuから選択された1つの材料によって形成されている請求項1から3のいずれか1項に記載のセンサ。

【請求項5】 前記第1のリード導体層が、W、Ta及びAuから選択された1つの材料による層上にバリアメタル層を形成した積層構造である請求項1から3のいずれか1項に記載のセンサ。

【請求項6】 前記第2のリード導体層が、Cu、Au及びAlから選択された1つの材料によって形成されている請求項1から5のいずれか1項に記載のセンサ。

【請求項7】 前記第2のリード導体層が、Cu、Au及びAlから選択された1つの材料による層上にバリアメタル層を形成した積層構造である請求項1から5のいずれか1項に記載のセンサ。

【請求項8】 前記バリアメタル層がTiW、Ta、Ti及びCrから選択された1つの材料によって形成されている請求項5又は7に記載のセンサ。

【請求項9】 請求項1から8のいずれか1項に記載の磁気抵抗効果センサを備えたことを特徴とする磁気ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気抵抗効果(MR)センサ及びこのMRセンサを備えた磁気ヘッドに関する。

## 【0002】

【従来の技術】MRセンサの接続端子(接続パッド)間の電気的抵抗は、できるだけ低いことが望ましい。その理由として、①センサ駆動用のICの種類によっては充分な電圧を印加することができないため、端子間抵抗が大きくなると充分なセンス電流を流すことができない、②抵抗が大きくなると発熱量が増大し、再生信号に重畳される熱雑音が増大するのでS/Nが悪化してしまう、③抵抗が大きくなると発熱量が増大し、エレクトロマイ

グレーションにより寿命が短くなる等による。

【0003】MRセンサの接続パッド間の電気的抵抗は、MR層の膜厚及び幅、並びにMR層に接続されるリード導体間の距離(再生トラック幅)に支配されるのみならず、MR層に接続される部分から接続パッドまでのリード導体の構造や形状に大きく影響される。

【0004】このリード導体の抵抗を低減する目的で、リード構造を、浮上面(空気ベアリング面、ABS)に露出する第1の伝導層と、ABSから離れている面から始まる第2の伝導層との2層構造とする技術は、公知である(特開平6-180825号公報)。この公知技術は、第1の伝導層と第2の伝導層とを回路的に並列接続することによって電気的抵抗を低減するという発想に基づくものである。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この公知技術のように単にリード導体を2層構造とただけでは、MRセンサの接続パッド間の電気的抵抗を大幅に低減することは期待できない。その理由は、MRセンサにおけるリード導体抵抗は、MR層近傍の電流集中による効果(カレントクラウディング効果)の影響が大きく、このカレントクラウディング効果による抵抗を低減することが重要であるためである。なお、リード導体の膜厚を単に厚くすれば、電気的抵抗は小さくなるが、膜厚を厚くするとその部分の段差が大きくなり、その上に形成される層が平坦とならないので磁気ヘッドの特性に悪影響が生じてしまう。

【0006】従って本発明の目的は、接続パッド間におけるリード導体の電気的抵抗を大幅に低減することができるMRセンサ及びこのMRセンサを備えた磁気ヘッドを提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、ABSに沿って伸長するMR層と、MR層の両端部に接続された第1のリード導体層と、これら第1のリード導体層に密着して積層された第2のリード導体層とを備えたMRセンサであって、第2のリード導体層は、MR層のABSと反対側の側縁位置よりも反対側で終端しており、この終端位置とMR層の上述の側縁位置との距離Dが、 $10\mu\text{m}$ 未満であるMRセンサ及びこのMRセンサを備えた磁気ヘッドが提供される。

【0008】第2のリード導体層の終端位置とMR層のABSとは反対側の側縁位置との距離Dを、 $10\mu\text{m}$ 未満とすることによって、カレントクラウディング効果による抵抗を低減することができ、接続パッド間におけるリード導体の電気的抵抗を大幅に低減することが可能となる。

【0009】好ましくは、距離Dが、 $1\sim6\mu\text{m}$ である。

【0010】MR層の他方の側縁及び第1のリード導体

層の先端が、保護膜を介してABSに現れていることが好ましい。

【0011】第1のリード導体層が、W（タングステン）、Ta（タンタル）及びAu（金）から選択された1つの材料によって形成されているか、又はW、Ta及びAuから選択された1つの材料による層上にバリアメタル層を形成した積層構造であることが好ましい。

【0012】第2のリード導体層が、Cu（銅）、Au及びAl（アルミニウム）から選択された1つの材料によって形成されているか、又はCu、Au及びAlから選択された1つの材料による層上にバリアメタル層を形成した積層構造であることが好ましい。

【0013】上述のバリアメタル層が、TiW（チタンタングステン）、Ta、Ti（チタン）及びCr（クロム）から選択された1つの材料によって形成されていることがより好ましい。

【0014】

【発明の実施の形態】以下図面を用いて本発明の実施形態を詳細に説明する。ただし、以下の実施形態では、MRセンサを磁気ヘッドに用いた場合について説明する。

【0015】図1は、本発明の一実施形態である複合型磁気ヘッドにおけるMRセンサ部分のMRハイト研磨工程前の構成を概略的に示す図であり、図2は、図1のMRセンサ部分のMRハイト研磨工程後の構成を概略的に示す図である。

【0016】これらの図において、10は周知であるために特に説明しない基板上にシールド層及び絶縁層等を介して積層されておりABS11に沿って伸長するMR層、12及び13はMR層10の両端部にそれぞれ積層され接続された第1のリード導体層、14及び15はこれら第1のリード導体層12及び13にそれぞれ密着して積層された第2のリード導体層を示している。なお、MR層10は、通常のAMR又はGMR等の磁気抵抗効果を示す膜によって構成される。

【0017】第1のリード導体層12及び13は、MR層10にセンス電流を流すために、物理的及び電氣的にこのMR層10に直接接続されており、製造工程中（スライダ加工中）にABS11に露出するため、腐食及びスミア等の問題の生じない導体材料が使用される。この導体材料としては、例えばW、Ta又はAu等の材料を用いることができる。本実施形態では、TaをTiWによるバリアメタル層でサンドイッチした3層構造を用いているが、その他に、W若しくはAuにバリアメタル層をサンドイッチした3層構造、又はこれらTa、W若しくはAuの1層構造としてもよい。バリアメタル層としては、TiWの他に、Ta、Ti又はCr等の材料が用いられる。このように、第1のリード導体層12及び13は、製造工程上の要求から使用できる材料が限定されており、その抵抗率は比較的大きい。また、その上に積層される書き込み素子の磁極に大きな段差が生じないよう

に、膜厚も50nm（0.05 $\mu$ m）～200nm

（0.2 $\mu$ m）程度とあまり厚くすることができない。本実施形態における3層構造の各層の膜厚は、TiW/Ta/TiW=10nm/100nm/10nmである。他の実施形態としてAuをTaでサンドイッチした3層構造の場合は、Ta/Au/Ta=10nm/40nm/10nmである。

【0018】第2のリード導体層14及び15は、基本的に、第1のリード導体層12及び13とほぼ同一形状であり、かつ同一寸法であるかやや小さい寸法であって、第1のリード導体層12及び13と物理的及び電氣的に直接接続されている。ただし、これら第2のリード導体層14及び15は、ABS11に露出しないようにMR層10のABS11とは反対側の側縁10aの位置よりABSと反対側（図において上側）で終端している。従って第2のリード導体層14及び15は、製造工程上の要求をさほど受けないので比抵抗ができるだけ低い導電材料が選ばれる。本実施形態では、CuをTaによるバリアメタル層でサンドイッチした3層構造を用いているが、その他に、Au若しくはAlにバリアメタル層をサンドイッチした3層構造、又はこれらCu、Au若しくはAlの1層構造としてもよい。バリアメタル層としては、TiWの他に、Ta、Ti又はCr等の材料が用いられる。本実施形態における3層構造の各層の膜厚は、Ta/Cu/Ta=10nm/100nm/10nmである。

【0019】MR層10と第1のリード導体層12及び13とは、断面積が大きく異なっている。一例をあげれば、第1のリード導体層12又は13の幅wは40 $\mu$ m程度、膜厚は0.2 $\mu$ m程度であるため、その断面積は40 $\mu$ m $\times$ 0.2 $\mu$ m=8 $\mu$ m<sup>2</sup>程度である。一方、MR層10の高さ（幅）H<sub>MR</sub>は1.5 $\mu$ m程度、膜厚は0.02 $\mu$ m程度であるため、その断面積は1.5 $\mu$ m $\times$ 0.02 $\mu$ m=0.03 $\mu$ m<sup>2</sup>程度とかなりの差がある。MR層10の断面積は、ヘッド特性、寿命等の信頼性の要請から決定されるので、あまり自由度はない。また、第1のリード導体層12又は13の膜厚も上述したようにあまり厚くできない。

【0020】このように断面積に大きな差があるため、断面積の充分大きい第1のリード導体層12又は13から断面積の小さいMR層10へ流れる電流が大幅に集束されてMR層10の近傍に電流集中（カレントクラウディング）効果に基づく抵抗が生じる。本発明では、このカレントクラウディング抵抗を低減すべく、第2のリード導体層14又は15の終端14a又は15aとMR層10のABS11とは反対側の側縁10aとの間の距離Dを10 $\mu$ m未満としている。

【0021】電流集中（カレントクラウディング）効果について以下説明する。図3は電流集中を考慮しない場合のMRセンサの接続パッド間の等価回路であり、図4

は電流集中を考慮した場合のMRセンサの接続パッド間の等価回路である。

【0022】これらの図において、 $R_{L1}$ は第2のリード導体層14又は15と並列結合している部分の第1のリード導体層12又は13の抵抗、 $R_{L2}$ は第1のリード導体層12又は13と並列結合している部分の第2のリード導体層14又は15の抵抗、 $R_{L1}'$ は第2のリード導体層14又は15の終端14a又は15aからMR層10に接続される部分までの第1のリード導体層12又は13の抵抗、 $R_{MR}$ はMR層10の抵抗、 $R_c$ はカレントクラウディング抵抗をそれぞれ示している。

【0023】抵抗 $R_{MR}$ は、MRハイト $H_{MR}$ を変化させることによって当然変化する。電流集中を考慮しない場合、MRセンサの接続パッド間の抵抗は当然に距離Dに依存するが、MRハイト $H_{MR}$ には依存しない。従って、距離Dが互いに異なるサンプルを作成し、異なる距離Dを有するサンプル間の抵抗値差がMRハイト $H_{MR}$ に対して依存性を持っていれば、それは電流集中の影響であると考えることができる。

【0024】図5はMRハイト研磨工程前（ウエハ工程終了時、従って $H_{MR}=6\mu m$ ）のMRセンサの接続パッド間の抵抗の距離Dに対する変化を示す図である。同図から、距離Dが $D=5\mu m$ から $D=1\mu m$ に変化すると、MRセンサの接続パッド間の抵抗は約1Ω低下することが分かる。

【0025】図6はMRハイト研磨工程後のMRセンサの接続パッド間の抵抗のMRハイト $H_{MR}$ に対する変化を示す図であり、図7は図6の横軸をMRハイト $H_{MR}$ の逆数として表わした図である。パラメータとして、距離D（ $D=5\mu m$ 、 $D=1\mu m$ ）が用いられている。図7に示すように、MRハイト研磨後、距離Dが異なる場合に $1/H_{MR}$ に対する接続パッド間抵抗が異なっている。これは、電流集中の影響をこの距離Dによって抑制していることを示している。即ち、前述したように、距離Dが異なるサンプル間の抵抗値差がMRハイト $H_{MR}$ に対して依存性を持っているので、電流集中による抵抗上昇がこの距離Dによって抑制されていることとなる。

【0026】次に、上述した距離Dの好ましい範囲、上限等について説明する。第1のリード導体層12及び13をTaの1層構造とし、その膜厚 $t$ を $t=100nm$ 、比抵抗 $\rho$ を $\rho=25\mu\Omega\cdot cm$ とする。MR層10に物理的、電氣的に接続される第1のリード導体層は、設計上からパターン幅 $w$ に制限が設けられており、その上限はMR層10の近傍では $w=25\mu m$ 程度である。

【0027】今、距離Dを $D=10\mu m$ とすると、カレントクラウディング抵抗を無視した場合に第2のリード導体層14又は15の下端からMR層10までの第1のリード導体層12又は13の抵抗 $R$ は、 $R=(\rho\cdot D)$

$\div (t\cdot w) = (25\mu\Omega\cdot cm \times 10\mu m) \div (0.1\mu m \times 25\mu m) = 1.0\Omega$ となる。即ち、両方の第1のリード導体層12及び13として、約2Ωの抵抗値上昇を招き、これ以上距離Dを大きくした場合に、第2のリード導体層14及び15を設ける意義が失われてしまう。

【0028】従って、第2のリード導体層14又は15の終端14a又は15aとMR層10のABS11とは反対側の側縁10aとの間の距離Dは、 $D<10\mu m$ であることが必要である。さらに、実際には $D=1\sim 6\mu m$ であることが好ましい。

【0029】以上述べた実施形態は全て本発明を例示的に示すものであって限定的に示すものではなく、本発明は他の種々の変形態様及び変更態様で実施することができる。従って本発明の範囲は特許請求の範囲及びその均等範囲によってのみ規定されるものである。

#### 【0030】

【発明の効果】以上詳細に説明したように本発明によれば、第2のリード導体層の終端位置とMR層のABSとは反対側の側縁位置との距離Dを、 $10\mu m$ 未満とすることによって、カレントクラウディング効果による抵抗を低減することができ、接続パッド間におけるリード導体の電氣的抵抗を大幅に低減することが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態である複合型磁気ヘッドにおけるMRセンサ部分のMRハイト研磨工程前の構成を概略的に示す図である。

【図2】図1のMRセンサ部分のMRハイト研磨工程後の構成を概略的に示す図である。

【図3】電流集中を考慮しない場合のMRセンサの接続パッド間の等価回路である。

【図4】電流集中を考慮した場合のMRセンサの接続パッド間の等価回路である。

【図5】図5はMRハイト研磨工程前のMRセンサの接続パッド間の抵抗の距離Dに対する変化を示す図である。

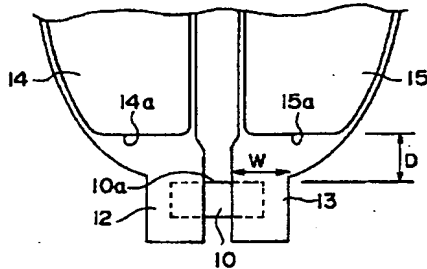
【図6】MRハイト研磨工程後のMRセンサの接続パッド間の抵抗のMRハイト $H_{MR}$ に対する変化を示す図である。

【図7】図6の横軸をMRハイト $H_{MR}$ の逆数として表わした図である。

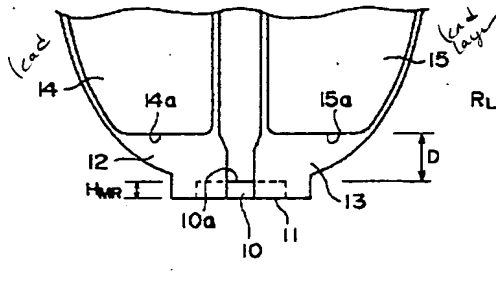
#### 【符号の説明】

- 10 MR層
- 10a MR層のABSとは反対側の側縁
- 11 ABS
- 12、13 第1のリード導体層
- 14、15 第2のリード導体層
- 14a、15a 第2のリード導体層の終端

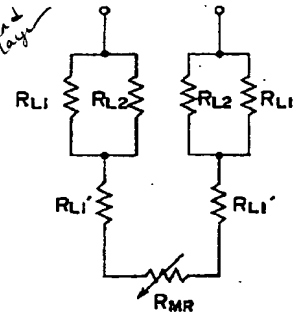
【図1】



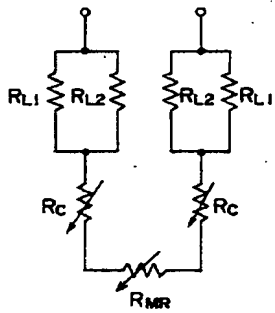
【図2】



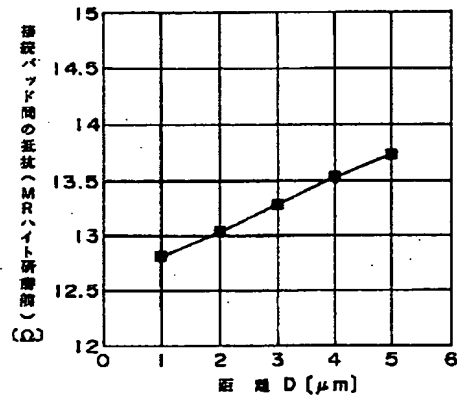
【図3】



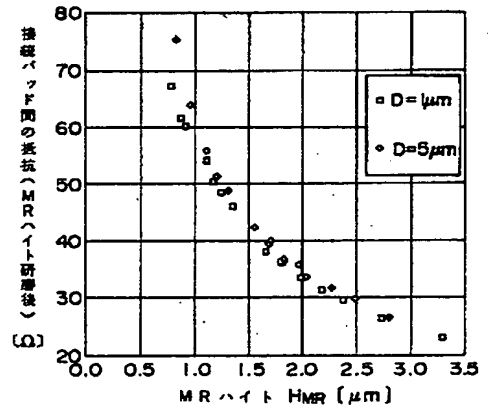
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

